

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
27. Mai 2004 (27.05.2004)

PCT

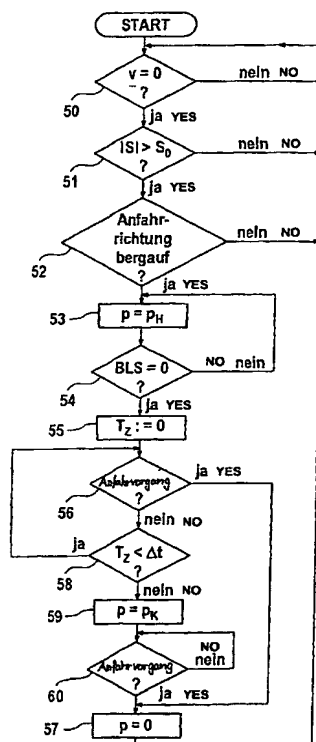
(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2004/043752 A2

- (51) Internationale Patentklassifikation⁷: B60T (72) Erfinder; und
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2003/011402 (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): BRAEUER, Karsten [DE/DE]; Drosselweg 1b, 21279 Hollenstedt (DE). SCHOPPER, Michael [DE/DE]; Fleckenweinberg 20, 70192 Stuttgart (DE). TONDELLI, Davide [IT/DE]; Wiflingshauser Strasse 34, 73732 Esslingen (DE).
(22) Internationales Anmeldedatum: 15. Oktober 2003 (15.10.2003)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
102 52 147.6 9. November 2002 (09.11.2002) DE
103 06 362.5 15. Februar 2003 (15.02.2003) DE
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von US): DAIMLERCHRYSLER AG [DE/DE]; Epplestrasse 225, 70567 Stuttgart (DE).
(74) Anwälte: PFEFFER, Frank usw.; DaimlerChrysler AG, Intellectual Property Management, IPM - C106, 70546 Stuttgart (DE).
(81) Bestimmungsstaaten (national): JP, US.
(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR CONTROLLING AT LEAST ONE WHEEL-BRAKE UNIT OF A VEHICLE

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR ANSTEUERUNG WENIGSTENS EINER RADBREMSEINRICHTUNG EINES FAHRZEUGS

52 STARTING DIRECTION UPHILL?
56/60 STARTING OPERATION?

(57) Abstract: The invention relates to a method and a device for controlling at least one wheel-brake unit of a vehicle for preventing inadvertent rolling. A starting traction-control with a predetermined brake-pressure reduction in the wheel-brake device or devices is activated if a stationary state was identified for the vehicle (50) and if the vehicle is on an incline, when viewed from the longitudinal direction of the vehicle (51) and if an uphill direction was identified as the designated starting direction of the vehicle (52). The brake pressure can be reduced with a time delay after the release of the brake pedal, in such a way that the vehicle rolls back at crawling speed.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens einer Radbremseinrichtung eines Fahrzeugs zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Rollens. Ein Anfahrhilfemodus mit einem vorgegebenen Bremsdruckabbau in der wenigstens einen Radbremseinrichtung wird dann aktiviert, wenn - der Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wurde (50) und - das Fahrzeug in Fahrzeuginnenrichtung gesehen an einer Steigung steht (51) und - die vorgesehene Anfahr-richtung des Fahrzeugs in Richtung bergauf festgestellt wurde (52). Der Bremsdruckabbau kann nach Zurücknahme des Bremspedals zeitverzögert derart erfolgen, dass ein Zurückrollen des Fahrzeugs mit einer Kriechgeschwindigkeit erfolgt.



Veröffentlicht:

- *ohne internationalen Recherchenbericht und erneut zu veröffentlichen nach Erhalt des Berichts*

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Verfahren und Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens einer Rad-
bremseinrichtung eines Fahrzeugs

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Ansteuerung wenigstens einer Radbremseinrichtung eines Fahrzeugs zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Wegrollens beim Anfahren am Berg mit Fahrtrichtung bergauf.

Ein derartiges Verfahren bzw. eine derartige Vorrichtung ist beispielsweise aus der DE 196 21 628 A1 bekannt. Dabei wird die Bremskraft an wenigstens einer Radbremse gehalten und zwar unabhängig vom Ausmaß der Pedalbetätigung. Beim Lösen des Bremspedals wird der Bremsdruck automatisch abgebaut, so dass das Fahrzeug rollen kann. Zur Verbesserung des Anfahrvorgangs kann der Bremsdruck in der wenigstens einen Radbremse über den Status des Kupplungspedals so lange aufrecht erhalten bleiben, bis der Fahrer die Bremse löst und anfährt.

Es ist die Aufgabe der vorliegenden Erfindung ein Verfahren der eingangs genannten Art und eine Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens mit verbesserten zu schaffen.

Diese Aufgabe wird gemäß der Merkmale des Patentanspruches 1 bzw. des Patentanspruches 11 gelöst.

Der Anfahrhilfemodus wird automatisch aktiviert, wenn entweder das Fahrzeug an einer Steigung stillsteht und die vom Fahrer gewünschte, vorgesehene Anfahrtrichtung des Fahrzeugs in Richtung bergauf festgestellt wurde oder wenn das Fahrzeug aus dem Stillstand entgegen der vorgesehenen Anfahrtrichtung zu rollen beginnt.

Im Anfahrhilfemodus verläuft der Bremsdruck entsprechend einem vorgegebenen Verlauf und/oder in Abhängigkeit von vorgebbaren Bedingungen, wobei dem Fahrer dadurch eine Unterstützung beim Anfahren an der Steigung gegeben wird. Gleichzeitig besteht die Möglichkeit ein vom Fahrer gewünschtes Zurückrollen des Fahrzeugs an der Steigung zuzulassen, so dass Rangier- und/oder Parkmanöver an der Steigung erleichtert werden.

Ist der Anfahrhilfemodus aktiv, wird der Bremsdruck in der wenigstens einen Radbremseinrichtung nicht entsprechend der Bremspedalstellung abgebaut, sondern nach einem vorgegebenen Ablauf.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des erfindungsgemäßen Verfahrens bzw. der erfindungsgemäßen Vorrichtung ergeben sich aus den abhängigen Patentansprüchen.

Es ist vorteilhaft, wenn der zum Zeitpunkt des Einschaltens des Anfahrhilfemodus' durch die Bremspedalstellung vorgegebene Haltebremsdruck für eine vorgegebene Verzögerungsdauer nach der vollständigen Zurücknahme des Bremspedals aufrechterhalten bleibt, solange kein Anfahrwunsch des Fahrers erkannt wurde. Innerhalb der Verzögerungsdauer verbleibt dem Fahrer ausreichend Zeit vom Bremspedal auf das Fahrpedal zu wechseln und den Anfahrvorgang einzuleiten ohne dass das Fahrzeug entgegen der gewünschten Anfahrriichtung zurückrollen kann.

Während der Übergangsphase zwischen Leerlauf und vollständig eingeschlossenem Lastmoment (z.B. bei vollständig geschlossener Reibungskupplung bei Schaltgetrieben) haben Motordrehzahl bzw. Motormoment einen charakteristischen Verlauf, aus dem ein Anfahrwunsch erkannt werden kann. Die Werte der aktuellen Motordrehzahl und des aktuellen Motormoments sind bei heutigen Fahrzeugen auf dem Fahrzeugbus (z.B. CAN-Bus) verfügbar, so dass die Erkennung des Anfahrvorgangs ohne zusätzliche Sensorik auf einfache Weise erfolgen kann.

Der Anfahrwunsch kann dabei dadurch erkannt werden, dass die zeitliche Ableitung des Motormoments größer oder gleich einem vorgebbaren Motormomentänderungsschwellenwert ist und gleichzeitig die zeitliche Ableitung der Motordrehzahl kleiner oder gleich einem vorgebbaren negativen Motordrehzahländerungsschwellenwert ist. Der Anfahrwunsch wird dadurch besonders sicher erkannt und ein unbeabsichtigtes Zurückrollen auch bei starken Steigungen aufgrund eines zu geringen Motormomentes wird verhindert.

Zweckmäßigerweise werden die Werte des Motormoments (M) und/oder der Motordrehzahl (N) vor der zeitlichen Ableitung insbesondere mittels des polynomialen Moving-Average-Verfahrens vorgefiltert, wodurch große Fehler bei den Werten der jeweiligen zeitlichen Ableitung vermieden werden können.

Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn nach Ablauf der Verzögerungsdauer der Haltebremsdruck selbsttätig auf einen Kriechbremsdruck reduziert wird. Dieser Kriechbremsdruck kann dabei derart gesteuert oder geregelt werden, dass das Fahrzeug mit einer vorgebbaren Kriechgeschwindigkeit bergab rollt. Alternativ hierzu besteht auch die Möglichkeit den Kriechbremsdruck um eine vorgebbare Druckdifferenz niedriger als den Haltebremsdruck einzustellen, wobei die Druckdifferenz abhängig von der aktuellen Steigung der Straße bestimmt werden kann.

Der Kriechbremsdruck kann auch dann automatisch eingesteuert oder eingeregelt werden, wenn das Fahrzeug aus dem Stillstand entgegen der vorgesehenen Anfahrriichtung zu rollen beginnt.

Auf einfache Art und Weise kann die vorgesehene Anfahrriichtung anhand der vom Fahrer eingelegten Gangstufe ermittelt werden. Zusammen mit dem Wert eines Neigungssensors zur Bestimmung der Steigung kann dann erkannt werden, ob der Fahrer bergauf anfahren will oder nicht.

Das erfindungsgemäße Verfahren bzw. die erfindungsgemäße Vorrichtung werden im folgenden anhand der beigefügten Zeichnung näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in schematischer Darstellung,

Fig. 2 ein Flussdiagramm eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Verfahrens und

Fig. 3 einen beispielhaften Verlauf des Bremslichtsignals, der Fahrzeuggeschwindigkeit, der Steigung der Straße, des Bremsdrucks in einer Radbremseinrichtung und die zeitliche Ableitung des Motormomentes und der Motordrehzahl in Abhängigkeit von der Zeit.

Fig. 1 zeigt eine Bremsvorrichtung 5, die als elektrohydraulische Bremsvorrichtung ausgebildet ist. Ein Bremspedal 6 ist über ein Bremspedalgestänge 7 in an sich bekannter Weise mit einem Tandem-Hauptbremszylinder 8 verbunden. Der Tandem-Hauptbremszylinder 8 hat zwei fluidisch getrennte Arbeitskammern 9, 10, denen jeweils Bremsflüssigkeit aus einem Vorratsbehälter 11 zugeführt wird.

Die beiden Arbeitskammern 9, 10 können über jeweils eine Notbremsleitung 14, 15 direkt mit den beiden Radbremseinrichtungen 16, 17 der Vorderachse fluidisch verbunden werden. Diese fluidische Verbindung erfolgt dann, wenn eine in die Notbremsleitungen 14, 15 eingesetzte Ventilanordnung 18 in ihre Notschaltstellung umgeschaltet wird und die betreffenden fluidischen Verbindungen freigibt. Die Ventilanordnung 18 wird dann in ihre Notschaltstellung umgeschaltet, wenn in der elektrischen Steuerung bzw. Regelung der elektrohydraulischen Bremsvorrichtung 5 ein Defekt auftritt.

Ein Bremslichtschalter 21 ist in bekannter Weise vorgesehen und erzeugt ein Bremslichtsignal BLS das bei betätigtem Bremspedal

den Wert Eins ("HIGH") einnimmt und ansonsten bei unbetätigtem Bremspedal den Wert Null ("LOW") aufweist. Das Bremslichtsignal BLS wird an eine Steuereinrichtung 23 übermittelt.

Alternativ zum Bremslichtschalter 21 kann das Bremslichtsignal BLS auch durch Signale anderer Fahrzeugeinrichtungen generiert werden. Beispielsweise mittels Pedalwegsensorsignalen und/oder Hauptbremszylinder-Bremsdrucksignalen, also allen Signalen, aus denen eine Bremspedalbetätigung bestimmbar ist.

Es sei an dieser Stelle darauf hingewiesen, dass zur besseren Unterscheidbarkeit die elektrischen Leitungen in Fig. 1 gestrichelt dargestellt sind, während die fluidischen Leitungen durchgezogen gezeichnet sind.

Bei der bevorzugten Ausführungsform gemäß Fig. 1 ist des Weiteren ein Neigungssensor 30 vorgesehen, der die Fahrbahneigung in Längsrichtung des Fahrzeugs misst und mittels einer elektrischen Signalleitung an die Steuereinrichtung 23 übermittelt. Ein Motorsteuergerät 31 übermittelt der Steuereinrichtung 23 des Weiteren die Werte der aktuellen Motordrehzahl N und das aktuelle Motormoment M , das im Motorsteuergerät 31 anhand eines an sich bekannten Schätzverfahrens bestimmt wird.

Die Steuereinrichtung 23 steuert über vier Steuerleitungen 32 eine Bremsdruckmodulationseinheit 33 an. Fluidisch ist die Bremsdruckmodulationseinheit 33 über jeweils eine Bremsleitung 34 mit den Radbremseinrichtungen 16, 17, 35, 36 verbunden, so dass der Bremsdruck in jeder Radbremseinrichtung 16, 17, 35, 36 radindividuell einstellbar ist. Eingangsseitig wird der Bremsdruckmodulationseinheit 33 unter hohem Druck stehende Bremsflüssigkeit aus einem Hochdruckspeicher 38 zugeführt. Der Hochdruckspeicher 38 und die Eingangsseite der Bremsdruckmodulationseinheit 33 sind mit der Ausgangsseite einer Pumpe 39 verbunden, die von einem Elektromotor 40 angetrieben wird und den Hochdruckspeicher 38 bzw. die Bremsdruckmodulationseinheit 33 mit unter Druck stehender Bremsflüssigkeit versorgt. Die Saug-

seite der Pumpe 39 ist fluidisch über eine Versorgungsleitung 41 mit dem Vorratsbehälter 11 verbunden.

Die Bremsvorrichtung 5 weist eine automatische Stillstandserkennung auf. Hierfür werden dem Steuergerät 23 die von einem Raddrehzahlsensor 43 gemessenen Raddrehzahl-signale wenigstens eines Rades über eine elektrische Leitung zugeführt. Beim bevorzugten Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 werden die Raddrehzahl-signale aller Räder über jeweils einen Raddrehzahlsensor 43 gemessen und an die Steuereinrichtung 23 weitergeleitet. Aus den Raddrehzahl-signalen kann in an sich bekannter Weise der Stillstand des Fahrzeugs erkannt werden, was eine Voraussetzung für die Aktivierung des Anfahrhilfemodus ist.

Anhand der Figuren 2 und 3 wird der Verfahrensablauf im einzelnen erläutert.

Fig. 2 zeigt ein Flussdiagramm einer bevorzugten Ausführungsform des erfindungsgemäßen Verfahrens. Nach dem Start wird im Schritt 50 zunächst abgefragt, ob sich das Fahrzeug im Stillstand befindet, als die Fahrzeuggeschwindigkeit v gleich Null ist. Ist dies nicht der Fall, wird diese Abfrage zyklisch wiederholt.

Wurde im Schritt 50 der Fahrzeugstillstand erkannt wird im darauffolgenden Schritt 51 geprüft, ob das Fahrzeug an einer Steigung steht. Hierfür wird das Steigungswert s des Neigungssensors 30 betragsmäßig mit einem Steigungsschwellenwert s_0 verglichen. Überschreitet der Betrag der aktuellen Steigung den Steigungsschwellenwert s_0 , dann wird daraus geschlossen, dass das Fahrzeug an einer Steigung steht. Der Steigungsschwellenwert s_0 ist grundsätzlich beliebig vorgebar und beim Ausführungsbeispiel nur geringfügig größer als Null. Alternativ kann er auch gleich Null gewählt werden.

Wurde eine Steigung ($s \geq s_0$) erkannt, wird das Verfahren mit Schritt 52 fortgesetzt. Andernfalls wird zu Schritt 50 zurückgesprungen.

In Schritt 52 wird überprüft, ob die vom Fahrer gewünschte, vorgesehene Anfahrriechtung in Richtung bergauf oder bergab gewählt wurde. Die vom Fahrer vorgesehene Anfahrriechtung wird beispielsweise aus der vom Fahrer eingelegten Gangstufe ermittelt, die beispielsweise mittels einem nicht näher dargestellten Sensor erfasst werden kann. Aus dem Steigungswert des Neigungssensors 30 kann dann ermittelt werden, ob die vorgesehene Anfahrriechtung einem Anfahren in Richtung bergauf oder bergab entspricht. Ist der Leerlauf oder die Neutralstellung gewählt, so wird von einer Anfahrriechtung bergauf ausgegangen und bei Vorliegen der anderen notwendigen n Bedingungen der Anfahrhilfemodus aktiviert.

Entspricht die gewünschte Anfahrriechtung einem Anfahren in Richtung bergauf wird im Schritt 53 der aktuelle Bremsdruck p in den Radbramseinrichtungen 16, 17, 35, 36 eingeschlossen und somit gehalten. Dies kann beispielsweise mit Hilfe der Ein- und Auslassventile eines ABS-Systems erfolgen, die hier nicht dargestellt sind. Der nunmehr eingestellte Bremsdruck p sei als Haltebremsdruck p_H bezeichnet.

Alternativ, wenn die Anfahrriechtung nicht der Richtung bergauf entspricht, wird zu Schritt 50 zurückgesprungen.

Im Anschluss an den Schritt 53 wird abgefragt, ob das Bremslichtsignal BLS den Wert Null aufweist (Schritt 54). Wenn dies nicht der Fall ist, werden die Schritte 53 und 54 wiederholt und der Haltebremsdruck p_H in den Radbremseinrichtungen 16, 17, 35, 36 bleibt unverändert.

Sobald der Fahrer das Bremspedal vollständig in seine Ruhestellung zurücknimmt ($BLS=0$), wird der Haltebremsdruck p_H noch für eine vorgebbare Verzögerungsdauer Δt aufrechterhalten und dann

reduziert. Dazu wird zunächst im Schritt 55 ein Zeitzähler T_z auf Null gesetzt und anschließend abgefragt, ob ein Anfahrvorgang vorliegt (Schritt 56).

Während der Übergangsphase zwischen Leerlauf und vollständig eingeschlossenem Lastmoment (z.B. bei vollständig geschlossener Reibungskupplung bei Schaltgetrieben) haben Motordrehzahl bzw. Motormoment einen charakteristischen Verlauf, aus dem ein Anfahrvorgang erkannt werden kann. Beim Anfahren mit einem Fahrzeug mit Reibungskupplung und Schaltgetriebe gibt der Fahrer zunächst Gas, so dass die Motordrehzahl N ansteigt. Unmittelbar anschließend beginnt der Fahrer die Kupplung zu schließen, um die Motordrehzahl N und Antriebswellendrehzahl langsam aneinander anzupassen. Dabei sinkt die Motordrehzahl N und das Motormoment M steigt an. Auf einen Anfahrvorgang wird geschlossen, wenn die zeitliche Ableitung \dot{M} des Motormomentes M des Fahrzeugs größer oder gleich einem vorgegebenen positiven Motormomentänderungsschwellenwert \dot{M}_0 ist und gleichzeitig die zeitliche Ableitung \dot{N} der Motordrehzahl N gleich oder kleiner ist als ein vorgegebener negativer Motordrehzahländerungsschwellenwert $-\dot{N}_0$. Ist dies der Fall wird der Bremsdruck p in den Radbremseinrichtungen 16, 17, 35, 36 zu Null abgebaut (Schritt 57).

Bei der Abfrage in Schritt 57, wird beispielsweise ein Anfahrvorgang nur dann erkannt, wenn die abgefragten, oben genannten Bedingungen ($\dot{M} \geq \dot{M}_0$ und $\dot{N} \leq -\dot{N}_0$) während einer vorgegebenen Zeitdauer bzw. während einer vorgegebenen Anzahl von Abfragezyklen ununterbrochen erfüllt ist. Dadurch können fehlerhafte Anfahrvorgangserkennungen weiter vermieden werden.

Weiterhin können in Abwandlung zum dargestellten, bevorzugten Ausführungsbeispiel bei der Abfrage des Anfahrvorgangs zusätzliche Größen, wie die Motordrehzahl, das Motormoment oder die Fahrpedalstellung berücksichtigt werden.

Die zeitlichen Ableitungen \dot{M} und \dot{N} des Motormomentes M und der Motordrehzahl N werden in der Steuereinrichtung 23 berechnet. Hierfür wird zunächst sowohl der Wert des Motormomentes M als auch der Wert der Motordrehzahl N gefiltert, um Fehler in den zeitlichen Ableitungen zu verringern. Die Filterung erfolgt beispielsweise mittels des an sich bekannten "Moving-Average-Verfahrens", wobei anhand der jeweils vier bis sieben letzten Werte eine gewichtete Mittelwertbildung erfolgt. Dadurch wird eine Art Tiefpassfilterung erzielt und Schwankungen ausgeglichen. Erst anschließend werden mittels numerischer Differenziation die zeitlichen Ableitungen in der Steuereinrichtung 23 berechnet.

Wurde im Schritt 56 kein Anfahrvorgang erkannt, dann wird im nächsten Schritt 58 überprüft, ob die Verzögerungsdauer bereits abgelaufen ist. Hierfür wird der Zeitzähler T_z mit dem vorgegebenen Wert der Verzögerungsdauer Δt verglichen. Ist der Zeitzähler T_z kleiner als die Verzögerungsdauer Δt wird zum vorhergehenden Schritt 56 zurückgesprungen. Andernfalls ist die Verzögerungsdauer Δt seit der Zurücknahme des Bremspedals abgelaufen und der Haltebremsdruck p_H wird derart reduziert, dass ein Zurückrollen des Fahrzeugs entgegen der vorgesehenen Anfahrriichtung erfolgt. Dabei wird die Geschwindigkeit des Fahrzeugs auf eine Kriechgeschwindigkeit v_K begrenzt.

Im Schritt 59 wird dazu ein Kriechbremsdruck p_K eingestellt. Dieser kann entweder so gesteuert oder geregelt werden, dass das Fahrzeug genau mit der gewünschten Kriechgeschwindigkeit v_K bergab rollt. Es ist alternativ auch möglich den Kriechbremsdruck um eine vorgegebene Druckdifferenz Δp niedriger einzusteuern oder einzuregeln als den Haltebremsdruck p_H . Die Druckdifferenz Δp kann dabei fest vorgegeben oder in Abhängigkeit der Steilheit der Steigung bestimmt werden. Beispielsweise ist es möglich, die Druckdifferenz Δp um so geringer zu wählen, je größer der Betrag des Steigungswertes s ist.

Das kontrollierte Zurückrollen des Fahrzeugs im Anfahrhilfemodus erlaubt dem Fahrer komfortable Einpark- oder Rangiermanöver am Berg.

In Abwandlung des dargestellten Ausführungsbeispiels ist es auch möglich den Kriechbremsdruck p_K dann einzustellen, wenn das Fahrzeug aus dem erkannten Stillstand heraus entgegen der vorgesehenen Anfahrtrichtung zu rollen beginnt. Das Rollen und die Rollrichtung kann anhand der Raddrehzahlsensoren 43 bestimmt werden. Bei heutigen Raddrehzahlsensoren 43 kann schon nach wenigen Flankenverläufen des Raddrehzahlsignals die Drehrichtung erkannt werden. Bei dieser Alternative der erfindungsgemäßen Verfahrens kann somit auf den Neigungssensor im Fahrzeug verzichtet werden.

Nach dem Einstellen des Kriechbremsdruckes p_K wird im Schritt 60 analog zu Schritt 56 überprüft, ob ein Anfahrwunsch des Fahrers vorliegt und im positiven Fall der Bremsdruck p in den Radbremseinrichtungen 16, 17, 35, 36 vollständig abgebaut (Schritt 57). Andernfalls wird die Abfrage in diesem Schritt 60 zyklisch wiederholt.

Fig. 3 zeigt fünf einzelne Diagramme, wobei die Abszisse jeweils die Zeitachse darstellt. Im obersten Diagramm ist das Bremslichtsignal BLS aufgetragen. Darunter sind die Fahrzeuggeschwindigkeit v , der Steigungswert s in Fahrzeuginnenrichtung, der Bremsdruck p in den Radbremseinrichtungen 16, 17, 35, 36 und die zeitliche Ableitung \dot{M} des Motormomentes M sowie die zeitliche Ableitung \dot{N} der Motordrehzahl N dargestellt.

Zum Zeitpunkt t_0 betätigt der Fahrer das Bremspedal 6 und stellt einen bestimmten Bremsdruck p ein, der beispielsweise dem Haltebremsdruck p_K entspricht. Das Bremslichtsignal BLS hat zum Zeitpunkt t_0 eine ansteigende Flanke. Die Fahrzeuggeschwindigkeit v nimmt ab dem Zeitpunkt t_0 ab und zum Zeitpunkt t_1 ist die Fahrzeuggeschwindigkeit v in etwa Null, so dass sich das Fahrzeug im Stillstand befindet.

Zu diesem Zeitpunkt t_1 steht das Fahrzeug an einer Steigung mit einem Steigungswert s , der betragsmäßig größer ist als der Steigungsschwellenwert S_0 . Es sei angenommen, dass der über die gewählte Gangstufe bestimmte Anfahrtrichtung in Richtung bergauf verläuft, so dass der Anfahrhilfemodus zum Zeitpunkt t_1 aktiviert wird.

In Fig. 3 ist zu erkennen, dass der Fahrer ab dem Zeitpunkt t_2 das Bremspedal 6 vollständig in seine Ruhestellung zurückgenommen hat, so dass das Bremslichtsignal BLS eine abfallende Flanke aufweist und den Wert Null annimmt. Während der Verzögerungsdauer Δt bleibt der Haltebremsdruck p_H in den Radbremseinrichtungen 16, 17, 35, 36 unverändert. Dies würde dem Fahrer genügend Zeit geben einen Anfahrvorgang mit einem ausreichenden Motormoment M einzustellen und ohne zurückzurollen anzufahren.

Bei dem in Fig. 3 dargestellten Beispiel will der Fahrer jedoch das Fahrzeug bergab zurückrollen lassen. Nach dem Ablauf der Verzögerungsdauer Δt zum Zeitpunkt $t_2 + \Delta t$ wird der Bremsdruck p gemäß einem beliebig vorgebbaren Bremsdruckgradienten auf den Kriechbremsdruck p_K reduziert, so dass sich das Fahrzeug mit der Kriechgeschwindigkeit v_K bergab entgegen der vorgesehenen Anfahrtrichtung bewegt. Zum Zeitpunkt t_3 entspricht der Bremsdruck p dem Kriechbremsdruck p_K und die Fahrzeuggeschwindigkeit v hat die Kriechgeschwindigkeit v_K angenommen.

Zum Zeitpunkt t_4 wird ein Anfahrvorgang erkannt: die zeitliche Ableitung \dot{M} des Motormomentes M erreicht bzw. übersteigt den positiven Motormomentänderungsschwellenwert \dot{M}_0 , wobei zu diesem Zeitpunkt die zeitliche Ableitung \dot{N} der Motordrehzahl N kleiner ist als der negative Motordrehzahländerungsschwellenwert $-\dot{N}_0$. Der Bremsdruck p wird abgebaut und die Fahrzeuggeschwindigkeit v in Fahrtrichtung bergauf nimmt zu.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Ansteuerung wenigstens einer Radbremseinrichtung eines Fahrzeugs zur Vermeidung eines unbeabsichtigten Wegrollens bei stillstehendem Fahrzeug,
dadurch gekennzeichnet,
dass ein Anfahrhilfemodus mit einem vorgegebenen Bremsdruckverlauf in der wenigstens einen Radbremseinrichtung aktiviert wird, wenn
 - der Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wurde und das Fahrzeug in Fahrzeuglängsrichtung gesehen an einer Steigung steht und die vorgesehene Anfahrriichtung des Fahrzeugs in Richtung bergauf festgestellt wurde oder
 - das Fahrzeug aus dem festgestellten Stillstand entgegen der vorgesehenen Anfahrriichtung zu rollen beginnt.
2. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet,
dass der zum Zeitpunkt des Einschaltens des Anfahrhilfemodus' durch die Bremspedalstellung vorgegebene Haltebremsdruck (p_H) für eine vorgegebene Verzögerungsdauer (Δt) nach der vollständigen Zurücknahme des Bremspedals aufrechterhalten bleibt, solange kein Anfahrwunsch des Fahrers erkannt wurde.
3. Verfahren nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass der Anfahrwunsch mittels dem Motormoment (M) und/oder der Motordrehzahl (N) und/oder daraus abgeleiteten Größen ermittelt wird.

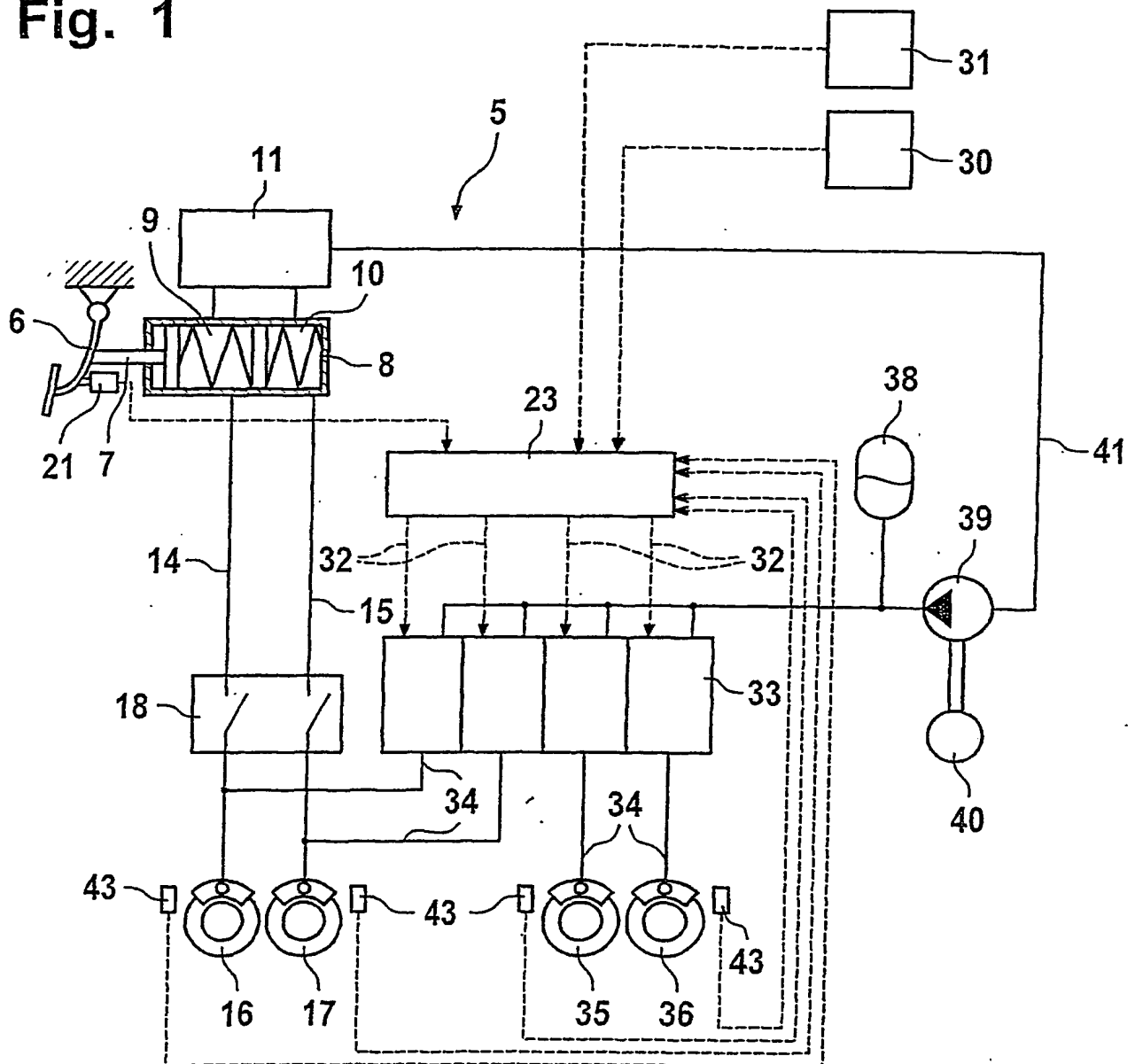
4. Verfahren nach Anspruch 2 oder 3,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Anfahrwunsch des Fahrers dadurch erkannt wird,
dass das die zeitliche Ableitung (\dot{M}) des Motormoments (M)
größer oder gleich einem vorgebbaren Motormomentänderungs-
schwellenwert (\dot{M}_0) ist und gleichzeitig die zeitliche Ab-
leitung (\dot{N}) der Motordrehzahl (N) kleiner oder gleich ei-
nem vorgebbaren negativen Motordrehzahländerungsschwellen-
wert ($-\dot{N}_0$) ist.
5. Verfahren nach Anspruch 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Werte des Motormoments (M) und/oder der Motordreh-
zahl (N) vor der zeitlichen Ableitung insbesondere mittels
des polynomialen Moving-Average-Verfahrens vorgefiltert
werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass bei festgestelltem Beginn des Rollens des Fahrzeugs
entgegen der vorgesehenen Anfahrtrichtung selbsttätig ein
Kriechbremsdruck (p_K) eingestellt wird.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 2 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass nach Ablauf der Verzögerungsdauer (Δt) der Haltebrems-
druck (p_H) selbsttätig auf einen Kriechbremsdruck (p_K) re-
duziert wird.
8. Verfahren nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Kriechbremsdruck (p_K) um eine vorgebbare Druckdif-
ferenz (Δp) niedriger als der Haltebremsdruck (p_H) einge-
stellt wird.
9. Verfahren nach Anspruch 6 oder 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass der Kriechbremsdruck (p_K) derart eingestellt wird, dass das Fahrzeug mit einer vorgebbaren Kriechgeschwindigkeit (v_K) bergab rollt.

10. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die vorgesehene Anfahrrichtung anhand der vom Fahrer eingelegten Gangstufe ermittelt wird.
11. Vorrichtung zu Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 10, mit einer Steuereinrichtung (23) zur Steuerung des Bremsdrucks (p) in wenigstens einer Radbrems-einrichtung (16, 17, 35, 36) eines Fahrzeugs, und mit Mitteln zur Bestimmung der Fahrzeuggeschwindigkeit (43) dadurch gekennzeichnet, dass
 - Mittel (30) zur Bestimmung der Steigung der Straße in Fahrzeuglängsrichtung und
 - Mittel zur Bestimmung der vorgesehenen Anfahrrichtung des Fahrzeugsvorgesehen sind, wobei mittels der Steuereinrichtung (23) einen Anfahrhilfemodus mit einem vorgegebenen Bremsdruckabbau in der wenigstens einen Radbremseinrichtung (16, 17, 35, 36) aktiviert wird, wenn der
 - der Stillstand des Fahrzeugs festgestellt wurde und
 - das Fahrzeug in Fahrzeuglängsrichtung gesehen an einer Steigung steht und
 - die vorgesehene Anfahrrichtung des Fahrzeugs in Richtung bergauf festgestellt wurde.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass Mittel zur Bestimmung der vom Fahrer eingelegten Gangstufe vorhanden sind, um die vorgesehenen Anfahrrichtung zu bestimmen.

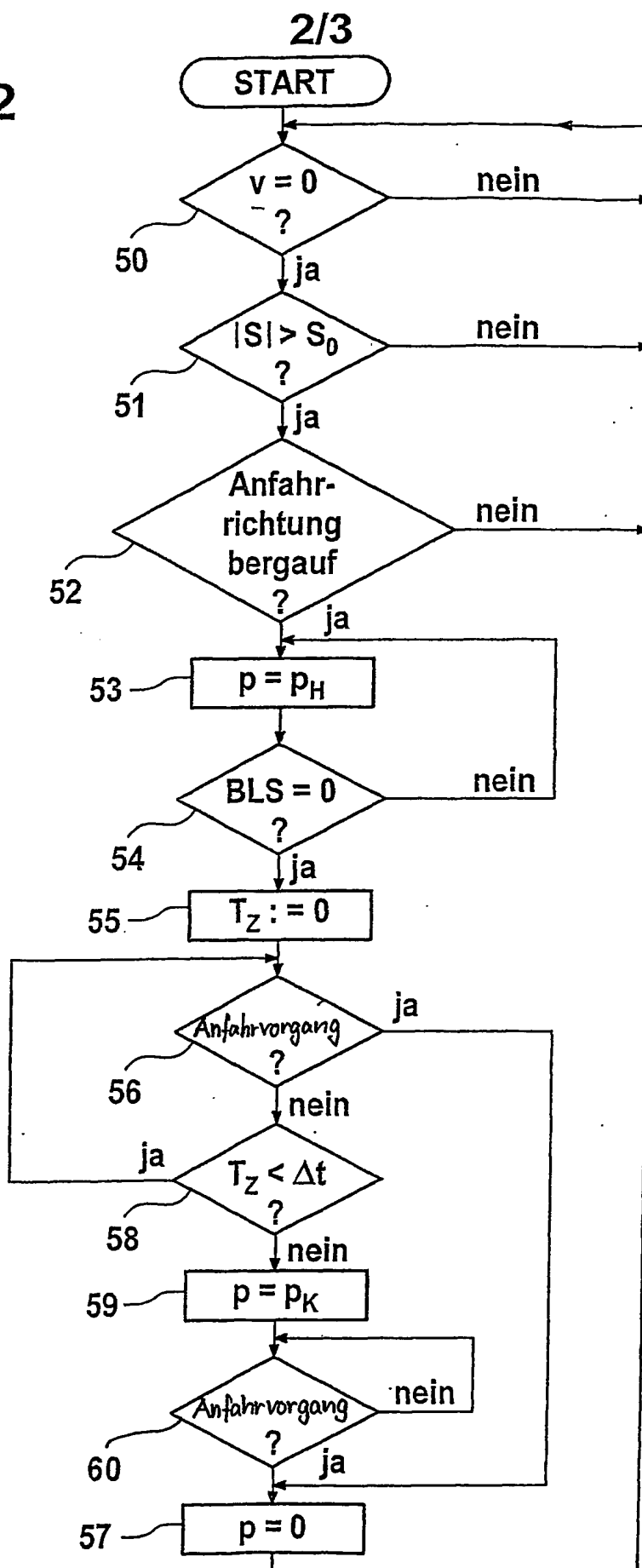
1/3

Fig. 1



2/3

Fig. 2



3/3

Fig. 3

